

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 40 296 A 1

51 Int. Cl.⁷:
F 16 K 25/04
F 15 B 13/02
F 02 M 41/00

21 Aktenzeichen: 199 40 296.5
22 Anmeldetag: 25. 8. 1999
43 Offenlegungstag: 1. 3. 2001

DE 199 40 296 A 1

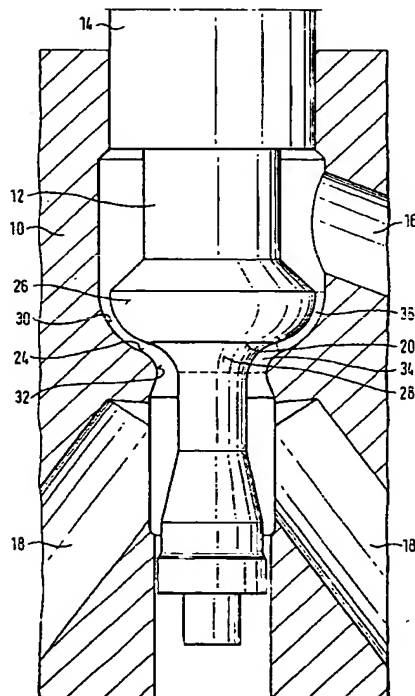
71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Nothdurft, Heinz, 70597 Stuttgart, DE; Kaelberer,
Peter, 70839 Gerlingen, DE; Lauterbach, Heinz,
73734 Esslingen, DE; Sterr, Andreas, 72622
Nürtingen, DE; Reymann, Klaus, Dr., 70839
Gerlingen, DE; Dutt, Andreas, 70469 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Ventil

57 Bei einem Ventil, insbesondere für eine Kraftstoffein-
spritzpumpe der Verteilerbauart, mit einem Ventilgehäuse
(10), in welchem ein Ventilsitz (24) ausgebildet ist, und ein-
em Ventiltglied (12), das in dem Ventilgehäuse (10) ver-
schiebbar ist und mit einer Dichtfläche (20) versehen ist,
die mit dem Ventilsitz (24) zusammenwirken kann, soll
das Auftreten von Kavitationsschäden verhindert werden.
Zu diesem Zweck ist am Ventiltglied (12) mindestens eine
Führungsfläche (26, 28) und im Ventilgehäuse (10) minde-
stens eine Leitfläche (30, 32) vorgesehen, die im geöffne-
ten Zustand des Ventils zusammen einen Strömungskana-
l (36, 34) bilden, der sich in Strömungsrichtung, ausge-
hend von einem minimalen Querschnitt im Bereich des
Ventilsitzes (24), mit einem konstanten Gradienten erwei-
tert.



DE 199 40 296 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Ventil insbesondere für eine Kraftstoffeinspritzpumpe der Verteilerbauart, mit einem Ventilgehäuse, in welchem ein Ventilsitz ausgebildet ist, und einem Ventiltglied, das in dem Gehäuse verschiebbar ist und mit einer Dichtfläche versehen ist, die mit dem Ventilsitz zusammenwirken kann.

Ein solches Ventil ist aus der DE 197 17 494 A1 bekannt. Wenn das Ventil für eine Kraftstoffeinspritzpumpe der Verteilerbauart verwendet wird, dient es dazu, einen Pumpenarbeitsraum mit einem Niederdruckbereich zu verbinden, über den der Kraftstoff zugeführt wird. Somit steuert das Ventil sowohl die Zufuhr des Kraftstoffs zum Pumpenarbeitsraum während eines Saughubes als auch das Einspritzende, indem das Ventil durch Öffnen verhindert, daß im Pumpenarbeitsraum weiterer Druck aufgebaut wird.

Wenn das von dem Ventil geschaltete Medium, bei einer Kraftstoffeinspritzpumpe der Verteilerbauart ein Kraftstoff zum Antrieb einer Verbrennungskraftmaschine, mit der beim Betrieb auftretenden hohen Geschwindigkeit durch den zwischen Ventilsitz und Dichtfläche gebildeten Strömungskanal strömt, kann in dem Medium Kavitation auftreten, die langfristig zu Kavitationsschäden, insbesondere im Bereich des Dichtsitzes, führt. Dies ist zurückzuführen auf Dampfblasen, die sich in dem Medium bilden, wenn der statische Druck unter den Dampfdruck des Mediums absinkt. Sobald der Druck wieder ansteigt, kondensiert der Dampf in den Dampfblasen, und das Medium schlägt mit hoher Geschwindigkeit auf das Ventilgehäuse und das Ventiltglied. Dieser Effekt ist umso ausgeprägter, je mehr Turbulenzen in der Strömung vorliegen. Solche Turbulenzen entstehen insbesondere durch die plötzliche Querschnittserweiterung nach dem Ventilsitz. An dieser starken Querschnittserweiterung reißt die Strömung unter starker Wirbel- und Dampfblasenbildung ab. Dadurch entstehen Kavitationsschäden direkt hinter dem Ventilsitz. Mit fortschreitender Erosion wird auch der Ventilsitz selbst angegriffen.

Bei dem aus der DE 197 17 494 A1 bekannten Ventil ist zur Verringerung der Gefahr von Kavitationsschäden bekannt, in dem Abströmkanal aus der hinter dem Ventilsitz liegenden Kammer einen verengten Querschnitt auszubilden. Dieser verengte Querschnitt gewährleistet, daß sich beim Einstromen des Mediums in die Kammer dort schnell ein Druck aufbaut, so daß Wirbelströmungen und sich daraus ergebende Kavitationseffekte vermindern.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Steuerventil mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 hat den Vorteil, daß Kavitationsschäden im Bereich des Ventilsitzes stark vermindert sind. Dies ist auf eine Verringerung der Turbulenzen in der Strömung zurückzuführen, die wiederum auf die spezielle Geometrie des Strömungskanals zurückzuführen ist. Diese Geometrie basiert auf folgender Überlegung: Der Ventilsitz ist identisch mit dem engsten Strömungsquerschnitt. Vor dem Ventilsitz verengt sich der Querschnitt, nach dem Ventilsitz erweitert sich der Querschnitt. Der strömungstechnisch kritische Teil ist die Querschnittserweiterung, weil hier die Strömung verzögert wird und deshalb zum Abreißen neigt. Dem kann begegnet werden, indem man den Strömungsquerschnitt nur um einen solchen Betrag stetig, also mit einem konstanten Gradienten, anwachsen läßt, daß der Druckanstieg auf einen Wert begrenzt ist, den die Strömungsgrenzschicht ohne Ablö-

sungserscheinungen verträgt. Letztendlich wird eine maximal zulässige Geschwindigkeitszunahme der Strömung festgelegt, anhand derer dann der Verlauf der Kontur des Strömungskanals berechnet werden kann. Auch bei der erfindungsgemäßen Gestaltung des Ventils tritt unter Umständen weiterhin Kavitation auf; dies tritt aber im wesentlichen dann auf, wenn die Strömung den Strömungskanal verläßt, also in Bereichen, in denen eventuelle Kavitationsschäden die Funktion des Ventils nicht beeinträchtigen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß beiderseits des Ventilsitzes jeweils eine Leitfläche und beiderseits der Dichtfläche jeweils eine Führungsfläche ausgebildet ist. Diese Gestaltung empfiehlt sich bei Ventilen, die in beiden Richtungen mit hohen Strömungsgeschwindigkeiten durchströmt werden können, beispielsweise im Falle einer Verwendung bei Kraftstoffeinspritzpumpen der Verteilerbauart. Es ist also gewährleistet, daß unabhängig von der Strömungsrichtung stromabwärts des Ventilsitzes ein Strömungskanal gebildet ist, dessen Querschnitt sich ausgehend von dem minimalen Querschnitt im Bereich des Ventilsitzes mit einem konstanten Gradienten erweitert.

Gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die Führungsfläche auf der einen Seite der Dichtfläche konvex und die Führungsfläche auf der anderen Seite der Dichtfläche konkav ist. Mit dieser Gestaltung kann der gewünschte Strömungskanal erhalten werden, ohne die Geometrie des Ventilsitzes von bekannten Ventilen zu ändern. Weiterhin ergibt sich ein Strömungskanal, der dem Medium nur einen geringen Strömungswiderstand entgegengesetzt. Diese Führungsflächen können insbesondere Rotationsflächen sein, deren Erzeugende jeweils ein Kreisabschnitt ist, der sich über einen Winkel von weniger als 90° erstreckt.

Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben, die in der beigefügten einzigen Zeichnung dargestellt ist. In dieser ist in einem schematischen Querschnitt ein Ventil gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung gezeigt.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In der einzigen Figur ist ein Ventil gezeigt, das ein Ventilgehäuse 10 aufweist, in welchem ein Ventiltglied 12 verschiebbar angeordnet ist. Das Ventiltglied kann beispielsweise von einem elektromagnetischen Betätigungsglied mit Anker und Magnetspule betätigt werden, das auf einen Betätigungsfortsatz 14 einwirkt. Das Ventiltglied 12 dient dazu, eine Verbindung zwischen einem ersten Kanal 16 und einem zweiten Kanal 18 zu schließen oder zu öffnen. Der erste Kanal 16 kann, wenn das Ventil für eine Kraftstoffeinspritzpumpe der Verteilerbauart verwendet wird, eine Förderleitung sein, und der zweite Kanal 18 kann eine Verbindung mit einem Niederdruckbereich darstellen.

Das Ventiltglied 12 weist eine Dichtfläche 20 auf, die mit einem Ventilsitz 24 zusammenwirken kann, der in dem Ventilgehäuse 10 ausgebildet ist. An die Dichtfläche 20 schließt sich auf der Seite zum ersten Kanal 16 hin eine erste Führungsfläche 26 an, und auf der Seite des zweiten Kanals 18 schließt sich an die Dichtfläche 20 eine zweite Führungsfläche 28 an. Die beiden Führungsflächen 26, 28 sind Rotationsflächen, die als Erzeugende jeweils einen Kreisabschnitt haben, der sich über einen Winkel von etwas weniger als 90° erstreckt.

Im Ventilgehäuse 10 ist anschließend an den Ventilsitz 24

auf der Seite des ersten Kanals 16 eine erste Leitfläche 30 gebildet, und auf der Seite des zweiten Kanals 18 schließt sich an den Ventilsitz 24 eine zweite Leitfläche 32 an. Auch die beiden Leitflächen 30, 32 sind Rotationsflächen.

Die Führungsflächen und die Leitflächen bilden Strömungskanäle, in denen das Auftreten von Turbulenzen beim Durchströmen mit dem von dem Ventil zu schaltenden Medium stark verringert ist. Wenn das Ventil beispielsweise in einer Strömungsrichtung vom ersten Kanal 16 zum zweiten Kanal 18 durchströmt wird, ist ein erster Strömungskanal 34 gebildet, der sich erstreckt zwischen dem Ventilsitz und der Dichtfläche einerseits und dem Ende der Führungsfläche 28 und der Leitfläche 32 andererseits. Der Strömungskanal 34 hat im Bereich zwischen Ventilsitz 24 und Dichtfläche 20 den engsten Querschnitt und erweitert sich ausgehend von diesem Querschnitt mit einem konstanten Gradienten stetig zum zweiten Kanal 18 hin. Für eine Durchströmung des Ventils in umgekehrter Richtung, also vom zweiten Kanal 18 zum ersten Kanal 16, ist zwischen Ventilsitz und Dichtfläche einerseits und dem Ende der Führungsfläche 28 und der Leitfläche 30 andererseits ein zweiter Strömungskanal 36 gebildet, der sich ebenfalls ausgehend von der Stelle des engsten Querschnittes, nämlich dem Bereich zwischen Dichtfläche und Ventilsitz, mit konstantem Gradienten stetig erweitert. Auf diese Weise ist unabhängig von der Strömungsrichtung im Ventil in jedem Falle ein Strömungskanal gebildet, der Turbulenzen in der Strömung und somit das Auftreten von Kavitation und entsprechenden Kavitations-

schäden vermindert. Grundsätzlich kann die Kontur des sich an den engsten Querschnitt anschließenden Strömungskanals frei gewählt werden, solange die stetige Zunahme des Strömungsquerschnittes in der Strömungsrichtung gewährleistet ist. Dabei kann beispielsweise die Kontur des Ventilgliedes oder die Kontur des Ventilgehäuses innerhalb gewisser Grenzen frei vorgegeben werden. Beispielsweise kann von einer bestimmten Geometrie des Ventilsitzes und der Dichtfläche ausgegangen werden, um das Schaltverhalten eines bereits bekannten Ventils nicht zu ändern. Ausgehend von dem zwischen Ventilsitz und Dichtfläche vorliegenden engsten Strömungsquerschnitt kann dann der Strömungskanal für die entsprechende Strömungsrichtung festgelegt werden.

Die Festlegung eines optimalen Querschnittes kann immer nur für einen bestimmten Hub erfolgen; anders ausgedrückt kann ein optimaler, kavitationsfreier Betrieb nur bei dem Hub erfolgen, für den das Ventil mit seinem Strömungskanal ausgelegt ist. Daher wird der Strömungskanal im Hinblick auf den Hub ausgelegt, bei welchem das Ventil die meiste Zeit durchflossen wird. Dies kann beispielsweise der Maximalhub des Ventils sein, wenn ein Betrieb über die meiste Zeit mit vollständig geöffnetem Ventilglied erfolgt. Wird das Ventil dagegen mit einem kleineren Hub betrieben als demjenigen, für den der Strömungskanal optimiert wurde, nimmt der Querschnitt des Strömungskanals mit einem Gradienten zu, der größer als der optimale Gradient ist. Es ist grundsätzlich möglich, die Optimierung der Strömungskanäle für die beiden unterschiedlichen Strömungsrichtungen durch das Ventil für unterschiedliche Hübe des Ventilgliedes vorzunehmen, wenn das Ventil in der einen Richtung üblicherweise mehr oder weniger geöffnet ist als bei der Durchströmung in der entgegengesetzten Richtung.

verschiebbar ist und mit einer Dichtfläche (20) versehen ist, die mit dem Ventilsitz (24) zusammenwirken kann, **dadurch gekennzeichnet**, daß am Ventilglied (12) mindestens eine Führungsfläche (26, 28) und im Ventilgehäuse (10) mindestens eine Leitfläche (30, 32) vorgesehen ist, die im geöffneten Zustand des Ventils zusammen einen Strömungskanal (36, 34) bilden, der sich in Strömungsrichtung, ausgehend von einem minimalen Querschnitt im Bereich des Ventilsitzes (24), mit einem konstanten Gradienten erweitert.

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beiderseits des Ventilsitzes (24) jeweils eine Leitfläche (30, 32) und beiderseits der Dichtfläche (20) jeweils eine Führungsfläche (26, 28) ausgebildet ist.

3. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsfläche (26) auf der einen Seite der Dichtfläche konvex und die Führungsfläche (28) auf der anderen Seite der Dichtfläche (20) konkav ist.

4. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsflächen (26, 28) Rotationsflächen sind, deren Erzeugende jeweils ein Kreisabschnitt ist, der sich über einen Winkel von weniger als 90° erstreckt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Ventil, insbesondere für eine Kraftstoffeinspritzpumpe der Verteilerbauart, mit einem Ventilgehäuse (10), in welchem ein Ventilsitz (24) ausgebildet ist, und einem Ventilglied (12), das in dem Ventilgehäuse (10)

